

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-099734
 (43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.CI. G01L 9/12
 H01L 29/84

(21)Application number : 11-280463
 (22)Date of filing : 30.09.1999

(71)Applicant : HITACHI LTD
 (72)Inventor : SHIMADA SATOSHI
 MONMA NAOHIRO
 WATANABE TOKUO
 MIYAZAKI ATSUSHI
 HORIE JUNICHI
 YASUKAWA AKIO
 SATO SHINYA

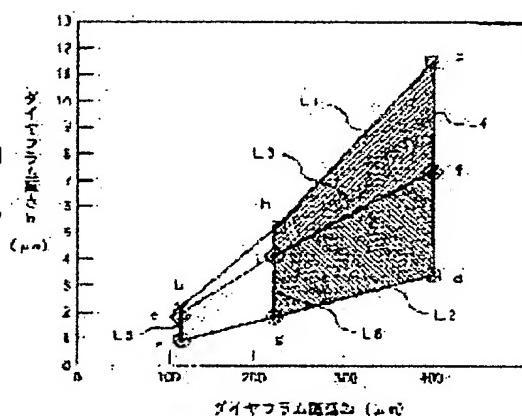
(54) SEMICONDUCTOR CAPACITY TYPE PRESSURE SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor capacity type pressure sensor stably and inexpensively manufacturable, having high reliability and measurement accuracy.

SOLUTION: In this semiconductor capacity type pressure sensor having a semiconductor substrate, a silicone diaphragm held on the semiconductor substrate displaceable according to the change of a surrounding pressure, an aperture formed between the semiconductor substrate and the diaphragm, and a silicon oxide film for sealing airtightly the periphery of the aperture, the diaphragm is insulated from the semiconductor substrate through a dielectric, and a fixed electrode opposing to the diaphragm is formed on the dielectric through the aperture, and the size of the aperture is 0.2 to 1.3 μm , the diameter of the diaphragm is 110 to 400 μm , and the thickness of the diaphragm is 1.9 to 11.6 μm .

図 16



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.06.2001
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the withdrawal
 examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application] 15.07.2002
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-99734
(P2001-99734A)

(43)公開日 平成13年4月13日

(51)Int.Cl'	通別記号	F 1	チコード(参考)
G 01 L 9/12		2 F 0 6 6	
H 01 L 29/84		Z 4 M 1 1 2	

(21)出願号 特願平11-280463	(71)出願人 株式会社日立製作所	(22)山陽日 平成11年9月30日(1999.9.30)	(72)発明者 増田 習 株式会社日立市大みか町七丁目1番1号 横 川会社日立製作所日立研究所内
			(74)代理人 伊藤士 高田 幸造 (外1名)
			100074631

最終頁に続く

(54)【発明の名稱】半導体容積式圧力センサ

【請求項1】半導体基板と、該半導体基板に保持された周囲圧力をPとしたとき、前記ダイアフラムの厚みhの上限値を、式(2)で求まる。

$$\text{式(2)} \quad h = K P \cdot n^4 / h^3 \quad (2)$$

式(2)に基づき、前記ダイアフラムの直径2に応じて設定したことを特徴とする半導体容積式圧力センサ。

【請求項2】請求項1に記載の半導体容積式圧力センサを、式(3)に基づき、前記ダイアフラムの厚みhの下限値を、式(3)に基づき、前記ダイアフラムの直径2に応じて設定したことを特徴とする半導体容積式圧力センサ。

$$\text{式(3)} \quad h = 0.0173 \quad (3)$$

【請求項3】請求項1に記載の半導体容積式圧力センサを、式(4)に基づき、前記ダイアフラムの厚みhの下限値を、式(4)に基づき、前記ダイアフラムの直径2に応じて設定したことを特徴とする半導体容積式圧力センサ。

$$\text{式(4)} \quad h = 0.037 \quad (4)$$

【請求項4】請求項1～8に記載の半導体容積式圧力センサを、大気圧力の換算や自動車用エンジンの吸気管圧力検出に用いることを特徴とする、100kPaを測定用

【発明の詳細な説明】

【技術の範囲】

【請求項1】半導体基板と、該半導体基板に保持された周

囲圧力をPとしたとき、前記ダイアフラムの厚みhの上限値を、式(2)で求まる。

【請求項2】請求項1に記載の半導体容積式圧力センサを、式(3)に基づき、前記ダイアフラムの厚みhの下限値を、式(3)に基づき、前記ダイアフラムの直径2に応じて設定したことを特徴とする半導体容積式圧力センサ。

【請求項3】請求項1に記載の半導体容積式圧力センサを、式(4)に基づき、前記ダイアフラムの厚みhの下限値を、式(4)に基づき、前記ダイアフラムの直径2に応じて設定したことを特徴とする半導体容積式圧力センサ。

【請求項4】半導体基板と、該半導体基板に保持された周

囲圧力をPとしたとき、前記ダイアフラムの厚みhの上限値を、式(2)で求まる。

【請求項5】半導体基板と、該半導体基板に保持された周

囲圧力をPとしたとき、前記ダイアフラムの厚みhの下限値を、式(3)で求まる。

【請求項6】請求項1～5のいずれかに記載の半導体容

【請求項1】半導体基板と、該半導体基板に保持された周

囲圧力をPとしたとき、前記ダイアフラムの厚みhの上限値を、式(2)で求まる。

【請求項2】請求項1に記載の半導体容積式圧力センサを、式(3)に基づき、前記ダイアフラムの厚みhの下限値を、式(3)に基づき、前記ダイアフラムの直径2に応じて設定したことを特徴とする半導体容積式圧力センサ。

【請求項3】請求項1または2記載の半導体容積式圧力

センサにおいて、前記ダイアフラムの直径が2.20μm～

～4.00μm、前記ダイアフラムの厚みが1.9μm～

11.6μmであることを特徴とする半導体容積式圧力センサ。

【請求項4】半導体基板と、該半導体基板に保持された周

囲圧力をPとしたとき、前記ダイアフラムと、

前記半導体基板と前記ダイアフラムとの間に形成される

空隙と、該空隙の周縁を気密封止する膜とを有する半導

体容積式圧力センサであつて、

前記ダイアフラムに対する固定電極が前記空隙を開し

て前記半導体基板上に固定されており、

前記ダイアフラムの直径が2.20μm～4.00μm、前

記ダイアフラムの厚みが1.9μm～11.6μmであ

ることを特徴とする半導体容積式圧力センサ。

【請求項5】半導体基板上に形成され周囲圧力に応じて

変化するアクティブ容皿と、前記半導体基板上に形成さ

れ周囲圧力に対し実質的に変化しない基準容皿と、前記

アクティブ容皿および基準容皿と電極間に接続され両者

の差ない比を換算し前記半導体基板の定位を利用して

動作する回路とを有する容積式圧力センサであつて、

前記基準容皿は、前記半導体基板上に該電極を介して形

成された導電性の電極を含み、

前記アクティブ容皿は、該電極を介して前記半導体基

板面に固定され周囲圧力の変化に応じて位置するポリシ

リコン層からなるダイアフラムと、前記半導体基板上に

形成した前記該電極と前記ダイアフラムとの間に前記空

隙を介して形成される導電性的固定電極と、該空隙の周

縁を気密封止する積層シリコン膜とを含み、

前記ダイアフラムの直径が1.0μm～4.00μm、前

記ダイアフラムの厚みが1.9μm～11.6μm、前記空隙が0.2μm～1.3μmであることを特徴とする

半導体容積式圧力センサ。

【請求項6】請求項1～5のいずれかに記載の半導体容

【発明の詳細な説明】

【技術の範囲】

【請求項1】半導体容積式圧力センサとして、

半導体基板上に空隙を介して変形可能な中央部分

と基板に接着された周囲部分と周囲部分を通じて中央部

分にのびるエッチチャネル部分とを有する固体材料

が知られている。特開平6-102645号に記載の圧力セン

サは、半導体基板上に空隙を介して変形可能な中央部分

と基板に接着された周囲部分と周囲部分を通じて中央部

分にのびるエッチチャネル部分とを有する固体材料

が知られている。特開平7-1162号公報に記載の圧

力センサは、半導体基板面をドーピングして形成した

第1の電極と、この第1の電極の上方に配したドーピン

グして導電化した多結晶シリコンダイアフラムによる第

2の電極と、これら第1、第2電極間に形成されたキャ

ビティー、およびダイアフラム層を貫通して形成した開

口部に選択的に堆積されたキャビティ封止用のブグ

を有し、ダイアフラムキャビティーと外界圧力の差によ

りダイアフラムである第2の電極が変位し、この容積変化

を検出する構成となっている。

【請求項1】さらに、特開平7-7162号公報に記載の圧

力センサは、周囲圧力に応じて変化することのない

基板容積式圧力センサである。

【請求項2】半導体基板に形成した空隙を介して変形

可能な中央部分

と周囲部分を接着する固体材料

が知られている。特開平6-102645号に記載の圧

力センサは、半導体基板面をドーピングして形成した

第1の電極と、この第1の電極の上方に配したドーピン

グして導電化した多結晶シリコンダイアフラムによる第

2の電極と、これら第1、第2電極間に形成されたキャ

ビティー、およびダイアフラム層を貫通して形成した開

口部に選択的に堆積されたキャビティ封止用のブグ

を有し、ダイアフラムキャビティーと外界圧力の差によ

りダイアフラムである第2の電極が変位し、この容積変化

を検出する構成となっている。

【請求項1】さらに、特開平7-7162号公報に記載の圧

力センサは、周囲圧力に応じて変化することのない

基板容積式圧力センサである。

【請求項2】半導体基板に形成した空隙を介して変形

可能な中央部分

と周囲部分を接着する固体材料

が知られている。特開平6-102645号に記載の圧

力センサは、半導体基板面をドーピングして形成した

第1の電極と、この第1の電極の上方に配したドーピン

グして導電化した多結晶シリコンダイアフラムによる第

2の電極と、これら第1、第2電極間に形成されたキャ

ビティー、およびダイアフラム層を貫通して形成した開

口部に選択的に堆積されたキャビティ封止用のブグ

を有し、ダイアフラムキャビティーと外界圧力の差によ

りダイアフラムである第2の電極が変位し、この容積変化

を検出する構成となっている。

【請求項1】さらに、特開平7-7162号公報に記載の圧

力センサは、周囲圧力に応じて変化することのない

基板容積式圧力センサである。

【請求項2】半導体基板に形成した空隙を介して変形

可能な中央部分

と周囲部分を接着する固体材料

が知られている。特開平6-102645号に記載の圧

力センサは、半導体基板面をドーピングして形成した

第1の電極と、この第1の電極の上方に配したドーピン

グして導電化した多結晶シリコンダイアフラムによる第

2の電極と、これら第1、第2電極間に形成されたキャ

ビティー、およびダイアフラム層を貫通して形成した開

口部に選択的に堆積されたキャビティ封止用のブグ

を有し、ダイアフラムキャビティーと外界圧力の差によ

りダイアフラムである第2の電極が変位し、この容積変化

を検出する構成となっている。

【請求項1】さらに、特開平7-7162号公報に記載の圧

力センサは、周囲圧力に応じて変化することのない

基板容積式圧力センサである。

【請求項2】半導体基板に形成した空隙を介して変形

可能な中央部分

と周囲部分を接着する固体材料

が知られている。特開平6-102645号に記載の圧

力センサは、半導体基板面をドーピングして形成した

第1の電極と、この第1の電極の上方に配したドーピン

グして導電化した多結晶シリコンダイアフラムによる第

2の電極と、これら第1、第2電極間に形成されたキャ

ビティー、およびダイアフラム層を貫通して形成した開

口部に選択的に堆積されたキャビティ封止用のブグ

を有し、ダイアフラムキャビティーと外界圧力の差によ

りダイアフラムである第2の電極が変位し、この容積変化

を検出する構成となっている。

【請求項1】さらに、特開平7-7162号公報に記載の圧

力センサは、周囲圧力に応じて変化することのない

基板容積式圧力センサである。

【請求項2】半導体基板に形成した空隙を介して変形

可能な中央部分

と周囲部分を接着する固体材料

が知られている。特開平6-102645号に記載の圧

力センサは、半導体基板面をドーピングして形成した

第1の電極と、この第1の電極の上方に配したドーピン

グして導電化した多結晶シリコンダイアフラムによる第

2の電極と、これら第1、第2電極間に形成されたキャ

ビティー、およびダイアフラム層を貫通して形成した開

口部に選択的に堆積されたキャビティ封止用のブグ

を有し、ダイアフラムキャビティーと外界圧力の差によ

りダイアフラムである第2の電極が変位し、この容積変化

を検出する構成となっている。

【請求項1】さらに、特開平7-7162号公報に記載の圧

力センサは、周囲圧力に応じて変化することのない

基板容積式圧力センサである。

【請求項2】半導体基板に形成した空隙を介して変形

可能な中央部分

と周囲部分を接着する固体材料

が知られている。特開平6-102645号に記載の圧

力センサは、半導体基板面をドーピングして形成した

第1の電極と、この第1の電極の上方に配したドーピン

グして導電化した多結晶シリコンダイアフラムによる第

2の電極と、これら第1、第2電極間に形成されたキャ

ビティー、およびダイアフラム層を貫通して形成した開

口部に選択的に堆積されたキャビティ封止用のブグ

を有し、ダイアフラムキャビティーと外界圧力の差によ

りダイアフラムである第2の電極が変位し、この容積変化

を検出する構成となっている。

【請求項1】さらに、特開平7-7162号公報に記載の圧

力センサは、周囲圧力に応じて変化することのない

基板容積式圧力センサである。

【請求項2】半導体基板に形成した空隙を介して変形

可能な中央部分

と周囲部分を接着する固体材料

が知られている。特開平6-102645号に記載の圧

力センサは、半導体基板面をドーピングして形成した

第1の電極と、この第1の電極の上方に配したドーピン

グして導電化した多結晶シリコンダイアフラムによる第

2の電極と、これら第1、第2電極間に形成されたキャ

ビティー、およびダイアフラム層を貫通して形成した開

口部に選択的に堆積されたキャビティ封止用のブグ

を有し、ダイアフラムキャビティーと外界圧力の差によ

りダイアフラムである第2の電極が変位し、この容積変化

を検出する構成となっている。

【請求項1】さらに、特開平7-7162号公報に記載の圧

力センサは、周囲圧力に応じて変化することのない

基板容積式圧力センサである。

【請求項2】半導体基板に形成した空隙を介して変形

可能な中央部分

と周囲部分を接着する固体材料

が知られている。特開平6-102645号に記載の圧

力センサは、半導体基板面をドーピングして形成した

第1の電極と、この第1の電極の上方に配したドーピン

グして導電化した多結晶シリコンダイアフラムによる第

2の電極と、これら第1、第2電極間に形成されたキャ

ビティー、およびダイアフラム層を貫通して形成した開

口部に選択的に堆積されたキャビティ封止用のブグ

を有し、ダイアフラムキャビティーと外界圧力の差によ

りダイアフラムである第2の電極が変位し、この容積変化

を検出する構成となっている。

【請求項1】さらに、特開平7-7162号公報に記載の圧

力センサは、周囲圧力に応じて変化することのない

基板容積式圧力センサである。

【請求項2】半導体基板に形成した空隙を介して変形

一が開闢で形成される

[1003-4] 本證明の第二実施形態を図6に示す。この実施形態では、バリアフレーム構造20以外で構成した基礎部20の例を示した。本実施形態では基礎部構造20は、下部部材30a、基礎部構造体20と、斜化構造20と、上部部材60aで構成される。本実施形態においても、酸化物焼結体20が、アクティベーション処理300によりダイアフラム構造120の足場部分120bに加工する。分離層170の厚みは、0.2~1.3μm規定期間である。分離層170はシリコン酸化膜が用いられることが多く、本実施形態ではPd系のエッチング液によって、逆電圧度の速いPSCを用いる。加工した分離層170上に足場120bを堆積する。

0.028]その後、図5(b)に示すように、分離窓より基底容積200を半導体基板10から電気的に絶縁している。ダイアフラム電極120の直径は $1.0\text{ }\mu\text{m}$ で、2~1.3 μm の空隙50をより少ない工芸で 30 Pa 程度)がシリコン酸化膜(実測値0.15 GPa)と比較して非常に大きいため約2500A以上堆積すると膜自身の残留応力で割れが発生する欠点がある。

0.040]以上の構成にすることによって、0.2~1.3 μm の空隙50をより少ない工芸で 30 Pa から 1.2 Pa 程度のまま真空状態に気密封止でき安価で、浮遊容積が小さいため良好な特性で、自動車用等の厳しい環境下でも安定した信頼度の高い正カセンサを提供する部分におけるダイアフラム電極120とベリヤ試験窓400の間の空隙10は0.2 μm ~1.3 μ m程度である。

ン処理やイオン注入する方法がある。もしくは多結晶
リコンを堆積中に不純物を導入せドープ多結晶シリコ
ンを堆積する方法がある。また分離層 170 に p 型ない
く n 型の不純物を高濃度に含む PSG を用いた場合、多
結晶シリコン層の不純物により PSG 中の不純物
を導入することができる。

【0035】本構成によれば、基準容積 200 の電極間
隔距離である基準容積倍率係数 201 の厚さ・材料を、バ
リア膜電極層 40 とは別個に決定することが出来るた
め、基準容積 200 の面積より小さな圧力センサを実現
することができる。

[0036] 本発明の第3の実施形態を図7、図8で説明する。図7は本実施形態の縦断面図、図8はその平面図である。

[0037] 本実施形態は、基準部寸法200をアクリル化成樹脂のパリア層40とP.S.G.の組合せの層17の組合せである。図5(c)に示すように、形成し得る構造は、図5(b)に示す構造と同様である。

[0038] 本実施形態は、基準部寸法200をアクリル化成樹脂のパリア層40とP.S.G.の組合せの層17の組合せである。図5(c)に示すように、形成し得る構造は、図5(b)に示す構造と同様である。

1.0、ダイアフラム構造体 2.0 で構成され、アクティブ容皿 1.0 と同じく、半導体基板 1.0 上に機能物説明書 2.0 を介して形成する。本実施形態においても、機能物説明書 2.0 が、アクティブ容皿 1.0 および基準容皿 2.0 を半導体基板 1.0 から電気的に絶縁している。また、アクティブ容皿 1.0 のダイアフラム電極 2.0 の逆説比を適切なもの（サイドエッチ値とバリエーション）により、ダイアフラム構造 1.0 の直徑を大約 4.0 μ m 程度まですることが可能である。

0.0303115 (d) は、I.P.C.V.Dシリコン酸化膜 2.00 によりダイアフラム構造 1.0 を気密封止した様子を示す。

0.031] 本実験施設での、LPCVDシリコン酸化膜厚は $1.0 \mu\text{m} \sim 4.00 \mu\text{m}$ 、ダイアフラム孔径は $1.2 \sim 0$ の厚みは $1.9 \mu\text{m} \sim 1.1.6 \mu\text{m}$ 、アクティブ容積固定孔径 $3.0 \mu\text{m}$ と対応する部分におけるダイアフラム孔径 $1.20 \mu\text{m}$ とバリア誘電体厚 $4.0 \mu\text{m}$ の間の空隙 $1.10 \pm 0.2 \mu\text{m}$ の範囲とする。

[0.038] 本実験施設におけるアクティブ容積 $1.0 \times 0.6 \times 0.6 \mu\text{m}^3$ の垂直方向の圧力である 3.0 Pa から 1.20 Pa 保

0. 基本容量 2.00は共に半導体基板 1.0上に複数物語
40 0.0321トモロセによってCMOS回路と同
電体 2.0を介して形成されるので、半導体基板 1.0一基
容量 2.0の間の寄生容量は小さく、実質的に電圧依存
性や温度依存性を有さないため、高精度の圧力センサを
提供することができる。基底容量 2.00の固定電極 2.2
0の間隔はアクティブ容積 1.00の固定電極 1.206
0.0321の影響を受けにくい高精度の、絶対圧基準
の各部式圧力センサを提供できる。

0.0331 本実験において、ダイアラム構造 1-2-0 間隔に対して十分短く配置しており、周間正力に対してアラム構造 1-2-0 の電流リーケークを防止するため、実質的に必要である。一方、空隙が大きい側の構造は、前述のようないくつかの問題を抱えている。

0.0332 本実験における試験結果によれば、ダイアラム構造 1-2-0 の電流リーケークを防ぐためには、他の導体から得られる導電性なし绝缘性の膜によっても気密封止された構造が最も効果的である。また、この構造では、電流リーケークを防ぐために、各導体間に電位差を設けた場合、各導体間隔を固定する方法が最も効率的である。

0.0333 本実験結果によれば、各導体間に電位差を設けることによって、各導体間隔を固定する方法が最も効率的である。また、この構造では、電流リーケークを防ぐために、各導体間に電位差を設けた場合、各導体間隔を固定する方法が最も効率的である。

卷之三

各回路に印加するオシロスコープの電圧は、ノットイン／各回路の電圧300Vを用いた。図5-1はノットイン／各回路の電圧300Vで印加した段と比較して電圧を負荷を有する。また半導体基板表面はセメント構造によって異なる段面を有する。基板表面が本基板に垂直な面に対する傾き具合であり、基板表面が本基板に垂直な面に対する傾き具合である。L.P.が可能となり、アクティブラジオ化装置はどちらつきを可能とする。しかし、どちらに同一部材を用いても、CVDシリコン化装置は表面部の厚さに対して側面部には8.0%以下の厚さの差異構造を形成する。これにより、CVDシリコン化装置による特性変化が相殺する。これによつたためノイズ等の外乱による特性変化が相殺する。

る。他の材料として L.P.C.V.D 法で形成する塗化膜が考
えられるが、推進時 の 塗膜 脱離力 (実測値 1.5 GPa
程度) がシリコン化膜 (実測値 0.15 GPa) と
比較して非常に大きいため約 2.5 0.0 A 以上樹脂すると
膜自身の強度がで割れが発生する欠点がある。
[0.04.6] 作業用具部材 5.0 ポイントの PCV.D シリ
ウムの構成下で安定した導電性の高い重圧カセンサを保
持することができる。

供できる。更に、回路部と圧力検出部のチップ化が可能となり、小型化、低価格化な圧カセンサの提供が可能となる。

【0041】次に、本発明のダイアフラム構造体2.20の最適構造について説明する。既に述べたとおり、本発明において、アクティン容積100のダイアフラム構造体において、 $\text{TEOS} : \text{tetraethylorthosilicate}$ + イソブチル(TEOS : tetraethylorthosilicate) + 酸蒸(O₂)を採用した。

【0042】上記製造条件のLPCVDシリコン化膜5.0で容積1:1.0の気室封止が可能な領域の変動性限界を

1.2.0の直角は1.0 μm ～4.0 μm 、ダイアフラム電極1.20の厚みは1.9 μm ～1.1.6 μm 、アクリル質固定電極3.0 bと対面する部分におけるダイヤフラム電極1.20とアクリル試験体層4.0の間の空隙1.10は0.2 μm ～1.3 μm の範囲とするのが望ましい。

[0048] 空隙が $1..3\mu\text{m}$ 以上では、酰化鉄50gが自分自身の成膜粘着力により剥れる事が急速に増加した。この実験結果から、この空隙は $1..3\mu\text{m}$ 以下とするのが望ましい。

[0049] 空隙が小さな側の階層は、ボリSiの歯をもつていて、その根柢について実験結果を基に説明する。

[0042] 以下、その説明において、ダイアフラム危険値20は、図9に示すように、直径が2mm、厚さが0.5mmであり、空隙の大きさをdとし、圧力Pが作用するものとする。

1004.3)より、坂井に図10で、プロセスから削除される空隙の範囲を示す。本発明の半導体容積式圧力センサにおいて、ダイアフラム構造1-20の端部がダイアフラム封止部であり、封止用誘電体50としてLPCVD Dシリコン化膜を用いてダイアフラム構造1-20を密封化する。なお、ダイアフラム封止部の形状はLPCVDで成膜した時のダイアフラムの内部強力に直結する反りから決定される。この反りは、図10のB)に示すように、ダイアフラムの直径2aと板厚hに依存する。直径3.00μm、板厚7.0μmの場合、反りは約実測値で約0.2μmであった。ダイアフラムの圧力をによる変位は、容積変化的感度と製造プロセスの整合性などから

UDシリコン断続化版の製造条件と空隙 1-10 の量に依存する。
【0044】本発明の半導体容積式圧力センサに関する、
空隙 1-10 を気密封止する際に考慮する材料の条件
は、空隙 1-10 の気密性を長期的に保つため樹脂な導電質
であること、ダイアフラム構造 12-0 の圧力をによる変形を
35 6、0.2 μm に設計しているので、空隙量 d は 0.2
μm 以上必要である。板厚が小さいと、成膜時のダイア
フラムの反りが空隙 1-0 の B に示すように急激に大きくな
り、反り量を超過、下の導電部材に接触する。
36 100501 また、空隙量 d が 0.2 μm 未満の場合、
LPCVDシリコン酸化 160 が空隙 1-10 内に入り込

実質的に防げない空隙1-10を固定電極3-0およびダイアフラム構造1-20間に有すること、圧力センサの基準校正(トータル)ため空隙1-10内が真空であること、ダイアフラム構造1-20の電流リークを防止するため絶縁性を有することである。

【0045】本発明では、これらの条件をすべて満足す

み実質的に有効な空隙量が減少する。そのためダイアフラム構造1-20の変位を妨げるため圧力センサとして機能しなくなる。底板膜の入り込みは空隙dの値に依存するが、圧力センサの機能を確保するため、実質的に必要な空隙量dは、ダイアラムの変位量0...2 μm以上である。

材料として L P C V D シリコン焼成膜を採用した。L P C V D シリコン焼成膜は高溫(600~800°C)で熱エネルギーによりシリコン焼成膜を形成する。

リコン化膜を膜厚さ1.3μm以上堆積する割れ(クラック)が発生する。この原因は、LPCVDシリコン化膜の堆積時に発生する積留応力(熱応力+真正応力)がLPCVDシリコン堆積自身の強度を上回るからであると言わわれている。このような現象は盤底の05に比倒し、板厚hの3乗に反比例する曲線として、固定となり半導体の堆積率を低下する原因である。このため、実質的に有効な最大の空隙底dは1.3μm以下に制限される。

100521 次に、ダイアフラム電極120の厚みは1..9μm~11..6μmとなるのが望ましい。まず、この(1)式の左側は、ダイアフラム電極の感度特性によって決定される。図11は、ダイアフラム電極の感度特性として、圧力による空気変化からの開始を示す。信号処理可能な容積Cの変化を得たためのダイアフラム寸法は、(1)式から算出され、その直後2aと厚さhで求められる。

$$C = A / (d - w(p)) \quad \dots (1)$$

ここで、i: 評価点、A: 電極面積、d: 空隙、
w(p): 圧力Pによるダイアフラム

w(p)は、次式(2)で表されるように、半径aの4

05に比倒し、板厚hの3乗に反比例する曲線として、图

11のようになる。

$$w(p) = K P \cdot a^4 / h^3 \quad \dots (2)$$

K = 3 (1-v^2) / (1-E) \quad \dots (3)

但し、vはアンビ、Eはヤング

この式(2)で表される曲線の下側が圧力センサーとして必要感度の得られる領域、すなわち、圧力により得られる信号の処理限界より大きい空気変化の特徴である。曲線11に基づく、直径2aと板厚hの間

は、(1)式から算出され、その直後2aと厚さhで求められ。

$$100554 \quad h = f (3 P / 8) \cdot a^4 \quad \dots (4)$$

ここで、空隙を0..6.5μmとした場合、直後2a = 2

8.0μmでは、板厚h = 7μm、固定電極d = 1.50

mmとした場合、1.0-0.9P/aの圧力でダイアフラムが

0..2mm位し、1.10(1)dの空気変化が得られるの

で、容積の初期値を11Fとすれば1Paではなく1

%の分辨率で圧力を容積変化として検出することができ

る。

100561 次に、図12は、ダイアフラムの強度から、

その限界寸法範囲を示す。ダイアフラムを周辺固定の桶

性圧縮として考へると、その周辺部の曲げ応力は、式

(3)で表されるように、半径aの2乗に比例し板厚

hの2乗に反比例する。

$$100571 \quad a = K P \cdot a^2 / h^2 \quad \dots (3)$$

ここで、kは周辺の固定条件とボアン比により決まる

定数であるが、面圧hが当たりで考へれば円板半径dと定

りの定義条件ともみることが出来る。上式(3)から、

板厚hは、式(4)で表される。

$$100591 \quad h = 0..0.173a \quad \dots (5)$$

曲線12に基づく、直後2aと板厚hの関係の一例を示

すと次表の様になる。

$$100601 \quad [0.062]$$

直後2a (μm) 1.0 1.50 2.20 4.00

板厚h (μm) 0.95 1.3 1.9 3.5

分1.3よりも上側の領域が、製造プロセスの最高温度で

融解しない領域である。

$$100611 \quad h = 0..0.037a \quad \dots (6)$$

曲線13に基づく、直後2aと板厚hの関係の一例を示

すと次表の様になる。

$$100621 \quad [0.062]$$

直後2a (μm) 1.10 1.50 2.20 4.00

板厚h (μm) 2.0 2.8 4.1 7.4

膜をダイアフラムの直後に相当する大きさに成膜する。

この上にダイアフラムとなるボルトS1を形成し、円筒

可搬封頭からみた限界寸法範囲を示す。まばたきエッ

チングされる感度制約としてPSSG(リン処理SiO2)

50側面から洗浄を用いてPSSGエッチングして空隙を形成

する。PSSGの厚さが0..2~1..3μmではサドエッチングできる距離は2.00μmで、直後にして4.00μmの空隙を形成するが限界である。4.00μmを超えると、エッチングの不良が生じ、リーク電流が急速に増大する。すなわち、図13の直線l4よりも左側の領域が、感度制約シング可能距離からみた有効な領域である。

100631 また、図14は、センサ容積に対する浮遊電極の性能からみた限界寸法範囲を示す。図3でも説明したように、ダイアフラム周辺部に設けた足場120と(ダイアフラム周辺部に設けた横柱)エッチャング穴を除いてダイアフラムをS1に基板に絶縁膜を介して固定する部分とS1・基板10との間に、S13N4やSiO2の绝縁膜が絶縁体として存在し、これが浮遊電極として働き、圧力により変化するゲージ容量を測定する際に影響を与える。

100641 この目安として浮遊電極のゲージ容量に対応する倍数を挙げる。直後が2.20μm以下となると2乗曲線で倍数が大きくなり、さらに、直後が1.10μm以下となると急速に倍数が大きくなるので高精度で微少容量を検出するのに難しくなる。すなわち、図14の直線S1よりも右側の領域、望ましくは直線S6よりも右側の領域が、センサ容積に対する浮遊電極の倍数からみた有効な領域である。

100651 以上の説明した実験、検討の結果を総めたものが、図15である。すなわち、ダイアフラムの直径2aと厚みhの関係は、図15の線分1とL2、L4とL5に示された(1)の台形a b c dの領域内とするのが望ましい。最も望ましいのは、上記領域の中で線分S6よりも右側の領域である。

100661 もし、半導体プロセスにおいて大気圧で熱処理を行なう場合は、上記領域の中で線分3よりも上側である。

100671 また、空隙に対する浮遊電極の形状により、0..2μm~1..3μmとするのが望ましい。

100681 【発明の効果】 本発明によれば、半導体プロセスで製造される容積式地対基板型圧力センサーに附し、ダイアフラム電極の直後を1..0μm~4..00μm、ダイアフラム電極の厚みを1..9μm~11..6μmとしたことにより、基板容積-半導体基板間の寄生容積を小さくかつ圧力伝達性を実質的に無視できる。そのため、感度が十分に高く、測定精度の良く、耐久性に優れ、感性の高い、安定した半導体容積式圧力センサを安定したプロセスで提供することが出来る。上記装置範囲は、製造プロセス及び使用上から見てベストの範囲であり、实用性に優れた容積式圧力センサを提供することができる。

100691 また、半導体容積式圧力センサを上記数値

範囲とすることで、回路部と圧力検出部のチップ化が可能となり、小型化、低階層化圧力センサの提供が可能となる。さらに、自動採用としても良好な特性で安定した高精度の高い圧力センサを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態になる半導体容積式圧力センサーの断面形状を示す図。

【図2】本発明の第1実施形態の平面図を示す図。

【図3】本発明の第1実施形態の圧力検出回路のブロック図を示す図。

【図4】本発明の第1実施形態の圧力センサの製造工程を説明する図。

【図5】本発明の第1実施形態の圧力センサの製造工程を説明する図。

【図6】本発明の第2実施形態になる半導体容積式圧力センサーの断面形状を示す図。

【図7】本発明の第2実施形態になる半導体容積式圧力センサーの断面形状を示す図。

【図8】本発明の第2実施形態の平面図を示す図。

【図9】本発明に関する実験結果を説明するための、ダイアフラム電極の形状にに関する定義を示す図である。

【図10】本発明のダイアフラム電極における、空隙の気密封する可能性の実験結果を示す図である。

【図11】本発明のダイアフラム電極の感度特性とし

て、圧力と容積変化の実験結果を示す図である。

【図12】本発明のダイアフラム電極の、強度からみた限界寸法範囲を示す図である。

【図13】本発明のダイアフラム電極において、空隙を形成するための様子写真を示す図である。左側からみた限界からみた限界寸法範囲を示す図である。

【図14】本発明のダイアフラム電極において、センサ容積に対する浮遊電極の倍数からみた限界寸法範囲を示す図である。

【図15】本発明のダイアフラム電極の望ましい形状と寸図である。

【図16】本発明のダイアフラム電極における、空隙に対する浮遊電極の形状を示す図である。

【図17】本発明のダイアフラム電極において、空隙に対する浮遊電極の倍数からみた限界寸法範囲を示す図である。

【図18】本発明の第14実施形態における、センサ

容積に対する浮遊電極の倍数からみた限界寸法範囲を示す図である。

【図19】本発明のダイアフラム電極の形状を示す図である。

【図20】本発明に関する実験結果を示す図である。直線S1よりも右側の領域における、空隙の感度が最も高い。

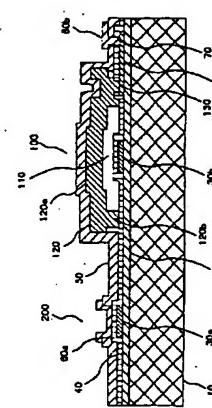
【図21】本発明のダイアフラム電極における、空隙に対する浮遊電極の倍数からみた限界寸法範囲を示す図である。

【図22】本発明のダイアフラム電極における、空隙に対する浮遊電極の倍数からみた限界寸法範囲を示す図である。

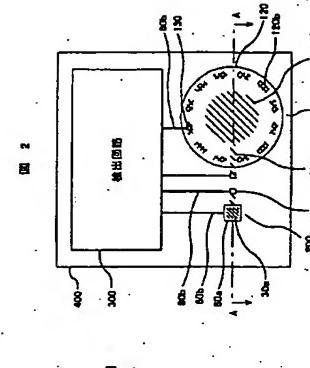
【図23】本発明のダイアフラム電極における、空隙に対する浮遊電極の倍数からみた限界寸法範囲を示す図である。

【図24】本発明のダイアフラム電極における、空隙に対する浮遊電極の倍数からみた限界寸法範囲を示す図である。

〔四一〕



21



5
四

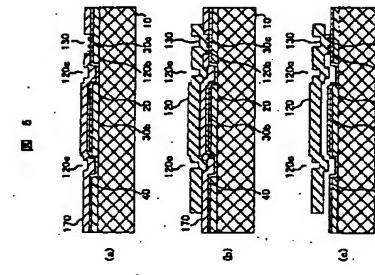
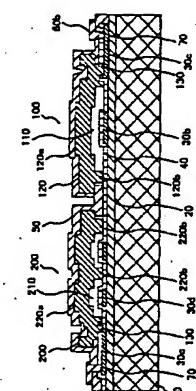
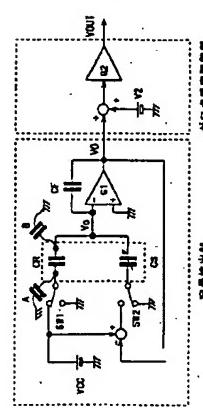


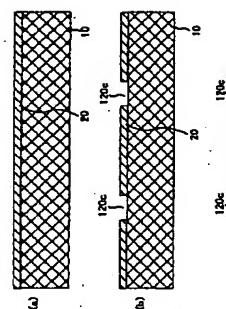
圖 7-1



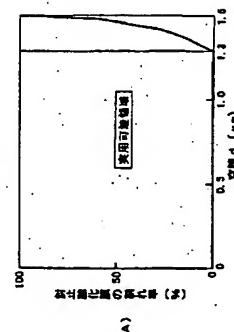
131



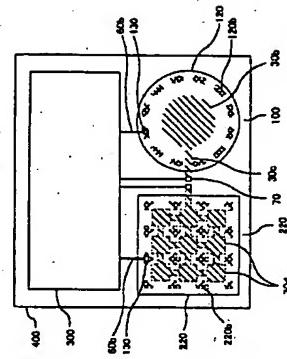
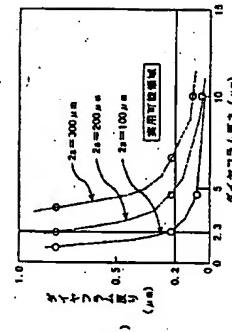
1021



10
四



10
四



2

-
8

